

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

PAT-NO: JP403020001A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03020001 A
TITLE: RARE EARTH ELEMENT-B-FE SYSTEM
SINTERED MAGNET SUPERIOR
IN CORROSION RESISTANCE AND MAGNETIC
CHARACTERISTIC

PUBN-DATE: January 29, 1991

INVENTOR- INFORMATION:

NAME
WATANABE, MUNEAKI
TAKESHITA, TAKUO

INT-CL (IPC): H01F001/08, C22C038/00

US-CL-CURRENT: 148/302

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a rare earth element-B-Fe system
sintered magnet that is superior in a corrosion resistance and magnetic characteristics by making a grain boundary phase contain the specific amount of M or mixtures of either M or R and oxygen respectively.

CONSTITUTION: In an R-B-Fe system sintered magnet having a structure consisting of an R₂Fe₁₄B phase (principal phase) and a grain boundary phase which exists around the principal phase, 20-90 at. % of at least a kind (M) out of elements: Ni, Co, Mn, Cr, Ti, V, Al, Ga, In, Zr, Hb, Ta, Nb, Mo, Si, Re, and W is contained at the grain boundary phase. After the magnet allows its phase to contain 20-90 at. % M and/or R, furthermore it contains 30-70 at. % oxygen. Then, R consists of one or more than two kinds of elements out of rare earth elements including Y. A rare earth-B-Fe system sintered

magnet which is superior in a corrosion resistance and magnetic characteristics is obtd.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報 (A) 平3-20001

⑬ Int. Cl. 5

H 01 F 1/08
C 22 C 38/00

識別記号

3 0 3

庁内整理番号

B 7303-5E
D 7047-4K

⑭ 公開 平成3年(1991)1月29日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全8頁)

⑮ 発明の名称 耐食性および磁気特性に優れた希土類-B-Fe系焼結磁石

⑯ 特 願 平1-119991

⑰ 出 願 平1(1989)5月12日

⑱ 発明者 渡辺 宗明 埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱金属株式会社中央研究所内

⑲ 発明者 武下 拓夫 埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱金属株式会社中央研究所内

⑳ 出願人 三菱金属株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番2号

㉑ 代理人 弁理士 富田 和夫 外1名

明細書の添付(内容に変更なし)

明細書

1. 発明の名称

耐食性および磁気特性に優れた希土類
-B-Fe系焼結磁石

2. 特許請求の範囲

(1) $R_2 Fe_{14}B$ 相 (Rは、Yを含む希土類元素のうち1種または2種以上) および上記 $R_2 Fe_{14}B$ 相のまわりに存在する粒界相とからなる組織を有するR-Fe系焼結磁石であつて、

上記粒界相は、Ni, Co, Mn, Cr, Ti, V, Al, Ga, In, Zr, Hf, Ta, Nb, Mo, Si, ReおよびWのうち少なくとも1種(以下、Mという) : 20~90原子%を含む粒界相であることを特徴とする耐食性および磁気特性に優れた希土類-B-Fe系焼結磁石。

(2) $R_2 Fe_{14}B$ 相および上記 $R_2 Fe_{14}B$ 相のまわりに存在する粒界相とからなる組織を有する

R-Fe系焼結磁石であつて、上記粒界相は、

M : 20~90原子%、

酸素 : 30~70原子%、

を含む粒界相であることを特徴とする耐食性および磁気特性に優れた希土類-B-Fe系焼結磁石。

(3) $R_2 Fe_{14}B$ 相および上記 $R_2 Fe_{14}B$ 相のまわりに存在する粒界相とからなる組織を有するR-Fe系焼結磁石であつて、上記粒界相は、

R : 20~90原子%、

酸素 : 30~70原子%、

を含む粒界相であることを特徴とする耐食性および磁気特性に優れた希土類-B-Fe系焼結磁石。

(4) $R_2 Fe_{14}B$ 相および上記 $R_2 Fe_{14}B$ 相のまわりに存在する粒界相とからなる組織を有するR-Fe系焼結磁石であつて、上記粒界相は、

M + R : 20~90原子%、

酸素 : 30~70原子%、

を含む粒界相であることを特徴とする耐食性および磁気特性に優れた希土類-B-Fe系焼結磁石。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、耐食性および磁気特性にすぐれた希土類-B-Fe系焼結磁石に関するものである。

〔従来の技術〕

近年、従来のSm-Co系磁石に比べて、より高い磁気特性を有し、かつ資源的にも高価なSmやCoを必ずしも含まない、Yを含む希土類元素のうち少なくとも1種(以上、Rで示す)、BおよびFeを必須成分とするR-B-Fe系永久磁石が発明された。このR-B-Fe系永久磁石は、その優れた磁気特性を有する一方で、非常に腐食され易く、それに伴う磁気特性の劣化が著しいという欠点を合わせ持っている。

このR-B-Fe系永久磁石は、所定のR-B-Fe系合金粉末を圧縮成形し、焼結することにより製造されるものであるが、このR-B-Fe系永久磁石の組成は、第1図に示されているように、 $R_2Fe_{14}B$ 相:a、上記 $R_2Fe_{14}B$ 相の粒界部分に存在するRリッチ相($R_{95}Fe_5$ 相、

$R_{75}Fe_{25}$ 相などから構成されていると言われている)；b、および $R_2Fe_{14}B_4$ 相からなるBリッチ相；Cから主として構成されており、上記腐食の原因は、主として粒界部分に存在するRリッチ相；bが腐食されやすい相であるために、Rリッチ相；bを介して粒界腐食が内部に進行することによるものと言われている。

これらの対策として、特開昭61-185910号公報では、R-B-Fe系永久磁石の表面にZnの薄膜を拡散形成する方法、特開昭61-270308号公報では、R-B-Fe系永久磁石の表面層を除去したのち、Alの薄膜を被着させる方法、さらに特開昭63-77104号公報では、R-B-Fe系永久磁石の表面にエポキシ樹脂、熱硬化型アクリル樹脂、アルキド樹脂、メラミン樹脂、シリコン樹脂等の塗装用合成樹脂等の耐酸化性樹脂を塗布する方法が開示されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、上記従来の技術で述べられているR-B-Fe系永久磁石の防食方法は、いずれも上

記永久磁石の表面にZn、Al、または合成樹脂等の耐食性のある保護膜を被着させるもので、磁石の製造工程とは別の工程が必要となり、工程が複雑化する上にコスト高となり、さらに、上記合成樹脂保護膜は厚さがあるために特に小型磁石製品の寸法精度を悪くする。いずれにしても上記防食方法は上記永久磁石の外部を腐食等に対して保護するにすぎず、上記保護膜がはぐ離したりまたは電離が生じたりした場合には、それらの箇所から内部に腐食が浸透し、内部的な腐食は防止できず、それに伴って磁気特性も劣化するという問題点があった。

〔課題を解決するための手段〕

そこで、本発明者等は、耐食性にすぐれ、かつ磁気特性にもすぐれたR-B-Fe系焼結磁石を製造すべく研究を行った結果、

$R_2Fe_{14}B$ 相(以下、主相という)と上記主相のまわりに存在する粒界相とからなる組織を有するR-B-Fe系焼結磁石であつて、

(a)、粒界相に、Ni、Co、Mn、Cr、Ti、

Y、Al、Ga、In、Zr、Hf、Ta、Nb、Mo、Si、ReおよびWのうち少なくとも1種(以下、Mという)が20~90原子%を含有した粒界相を有するR-B-Fe系焼結磁石は、すぐれた耐食性を有する。

(b) 粒界相に、Mおよび/またはR:20~90原子%を含有し、さらに酸素:30~70原子%を含有した粒界相を有するR-B-Fe系焼結磁石は、一層すぐれた耐食性を有する。

という知見を得たのである。

この発明は、かかる知見にもとづいてなされたものであつて、

(1) 主相と粒界相からなるR-B-Fe系焼結磁石において、上記粒界相は、

M:20~90原子%

を含む粒界相である耐食性および磁気特性にすぐれた希土類-B-Fe系焼結磁石、

(2) 主相と粒界相からなるR-B-Fe系焼結磁石において、上記粒界相は、

M:20~90原子%、

酸素：30～70原子%、を含む粒界相である耐食性および磁気特性にすぐれた希土類-B-Fe系焼結磁石、

(3) 主相と粒界相からなるR-B-Fe系焼結磁石において、上記粒界相は、

M : 20～90原子%、

酸素 : 30～70原子%、

を含む粒界相である耐食性および磁気特性にすぐれた希土類-B-Fe系焼結磁石、

(4) 主相と粒界相からなるR-B-Fe系焼結磁石において、上記粒界相は、

M + R : 20～90原子%、

酸素 : 30～70原子%、

を含む粒界相である耐食性および磁気特性にすぐれた希土類-B-Fe系焼結磁石、

に特徴を有するものである。

上記Mが粒界相に20原子%未満含まれていても十分な耐食性が得られず、一方、粒界相にMが90原子%を越えて含有させようとすると、製造中に上記Mは主相にも拡散浸入するために耐食性は向

上するが磁気特性が大幅に低下するので好ましくない。

さらに、粒界相に、Mおよび/またはRとともに酸素を30～70原子%を含有せしめると磁気特性が低下することなく耐食性が一層向上する。粒界相の上記酸素含有量が30原子%未満では耐食性の一層の向上はなく、一方、70原子%をこえて含有させると主相にも酸素が拡散し磁気特性を大幅に低下させるので好ましくない。

上記Mを含有した粒界相、並びにMおよび/またはRとともに酸素を含有した粒界相は、第1図に示されるRリッチ相よりも腐食しにくい相であり、この腐食しにくい粒界相は焼結過程での結晶粒の成長を抑制し高密度化させる作用を有するために耐食性および磁気特性が共に優れたR-B-Fe系焼結磁石が得られるものと考えられる。

この発明の粒界相にM : 20～90原子%を含む希土類-B-Fe系焼結磁石は、所定の組成を有するR-B-Fe系合金粉末にMの超微粉末またはMの水素化物粉末を0.0005～3重量%配合し、混

合して得られた混合粉末を、成形し、非酸化性雰囲気中、温度：900～1200°Cで焼結することにより製造される。上記R-B-Fe系合金粉末に混合する粉末は、Mの超微粉末よりもMの水素化物粉末の方が好ましい。Mの超微粉末は焼結中に $R_2Fe_{14}B$ 相に拡散するが、Mの水素化物粉末は $R_2Fe_{14}B$ 相に拡散する量が少なく、焼結中にMの水素化物の水素は放出され、Mのみが粒界相に残留する。

さらに、この発明の粒界相、Mおよび/またはR : 20～90原子%とともに酸素 : 30～70原子%を含む希土類-B-Fe系焼結磁石は、所定の組成を有するR-B-Fe系合金粉末に、Mおよび/またはRの酸化物粉末を0.0005～2.5重量%配合し、混合して得られた混合粉末を、成形し、非酸化性雰囲気中、温度：900～1200°Cで焼結することにより製造される。

このようにして製造された希土類-B-Fe系焼結磁石は、必要に応じて非酸化性雰囲気中、温度：400～700°Cで熱処理してもよい。

〔実施例〕

つぎに、この発明の実施例について説明する。

実施例1～17

まず、15%Nd-8%B-残Fe（但し%は原子%）となるように溶解し、合金インゴットを作製した。この合金インゴットをアルゴン雰囲気中で温度：1050°C、20時間保持の熱処理を行ったあと、粉碎し、平均粒径：35μmのR-B-Fe系合金粉末を用意した。

一方、添加粉末として、NiO粉末（平均粒径：1.0μm）、 Co_2O_3 （平均粒径：1.2μm）、 MnO_2 粉末（平均粒径：1.0μm）、 Cr_2O_3 粉末（平均粒径：1.2μm）、 TiO_2 粉末（平均粒径：1.5μm）、 V_2O_5 粉末（平均粒径：1.4μm）、 Al_2O_3 粉末（平均粒径：1.2μm）、 Ga_2O_3 粉末（平均粒径：1.2μm）、 In_2O_3 粉末（平均粒径：1.4μm）、 ZrO_2 粉末（平均粒径：1.2μm）、

HfO_2 (平均粒径: 1.2 μm)、
 Nb_2O_3 粉末 (平均粒径: 1.3 μm)、
 Dy_2O_3 粉末 (平均粒径: 1.2 μm)、
 Y_2O_3 粉末 (平均粒径: 1.0 μm) を用意した。

上記 R - B - Fe 系合金粉末と上記酸化物添加粉末のうち 1 種または 2 種以上を 0.0005~2.5 重量% の範囲内で配合し、混合し、この混合粉末を成形圧: 2 t/cm² で磁場中 (14 KOe) にて成形し、たて: 20 mm × 横: 20 mm × 高さ: 15 mm の成形体を作製した。これら成形体を真空中 (10^{-5} Torr) で 10°C/min の昇温速度にて加熱し、温度: 1080°C、2 時間保持の条件で焼結し、100°C/min の冷却速度で冷却した。

この焼結体を加熱速度: 100°C/min で加熱し、温度: 620°C、2 時間保持したのち、100°C/min の冷却速度で冷却し熱処理した。

この熱処理した焼結体の組織を調べたところ、 $R_2Fe_{14}B$ 相および粒界相からなり、第 1 図とほぼ同一の組織を有しており、上記粒界相の組成を、STEM により測定してその結果を第 1 表に

示した。さらに、上記焼結体の磁気特性を測定し、この焼結体を温度: 60°C、湿度: 90% の大気中に 1000 時間放置して耐食試験を行なった後、再度、磁気特性を測定するとともに錆の発生状況を目視により観察し、これらの結果を第 1 表に示した。第 1 表において、耐食試験前に測定した磁気特性の測定値を「耐食試験前」の欄に、耐食試験後に測定した磁気特性の測定値を「耐食試験後」の欄に示した。

第 1 表

種類	粒界相の成分組成 (原子%)			目視による錆の状況	磁気特性						
	金属元素	酸素	Ndリッチ相		耐食試験前			耐食試験後			
					Br (KG)	IHc (KOe)	BHmax (MGOe)	Br (KG)	IHc (KOe)	BHmax (MGOe)	
実 験 例	1 Ni: 25	69	残	錆なし	12.6	13.5	37.9	12.4	13.3	37.0	
	2 Co: 22	58	残	錆なし	12.6	13.7	38.0	12.4	13.5	37.1	
	3 Mn: 40	43	残	錆なし	12.5	14.0	38.1	12.5	13.8	38.0	
	4 Cr: 85	38	残	錆なし	12.3	14.7	37.0	12.3	14.6	37.0	
	5 Ti: 87	68	残	錆なし	12.4	14.6	37.8	12.4	14.4	37.7	
	6 V: 65	74	残	錆なし	12.4	14.2	37.0	12.4	14.1	37.6	
	7 Al: 89	57	残	錆なし	12.3	14.5	36.9	12.3	14.3	36.8	
	8 Ga: 36	60	残	錆なし	12.5	13.8	38.0	12.5	13.6	37.9	
	9 In: 21	36	残	錆なし	12.5	15.5	37.8	12.5	13.2	37.6	
	10 Zr: 25	48	残	錆なし	12.6	13.4	37.9	12.5	13.0	37.2	
	11 Hf: 55	40	残	錆なし	12.5	14.1	38.1	12.5	14.0	38.1	
	12 Nb: 47	34	残	錆なし	12.5	14.2	38.2	12.5	14.0	38.1	
	13 Dy: 85	31	残	錆なし	12.3	15.0	37.0	12.3	14.8	37.0	
	14 Y: 78	45	残	錆なし	12.5	13.9	38.0	12.5	13.8	38.0	
	15 Ni: 5 Dy: 80	32	残	錆なし	12.3	14.8	38.9	12.3	14.7	38.9	
	16 Mn: 50 Cr: 25	65	残	錆なし	12.5	14.0	38.1	12.5	13.9	38.0	
	17 Cr: 50 Y: 36	51	残	錆なし	12.5	14.1	38.1	12.5	14.0	38.1	
従来例	-	-	100	著しい	12.5	12.5	38.8	11.2	7.5	22.0	

実施例18～28

添加粉末として、 ZrH_2 粉末（平均粒径： $1.3 \mu m$ ）、 TaH_2 粉末（平均粒径： $1.5 \mu m$ ）、 TiH_2 粉末（平均粒径： $1.3 \mu m$ ）、 NbH_2 粉末（平均粒径： $1.3 \mu m$ ）、 VH 粉末（平均粒径： $1.5 \mu m$ ）、 HfH_2 粉末（平均粒径 $1.3 \mu m$ ）および YH_3 粉末（平均粒径： $1.1 \mu m$ ）を用意し、これら粉末を上記実施例1～17で用意した $5\% Nd - 8\% B - 残Fe$ （但し、%は、原子%）のR-B-Fe系合金粉末と $0.0005\sim 3$ 重量%の範囲内の所定割合となるように配合し、混合して混合粉末とし、これら混合粉末を上記実施例1～17と全く同一条件で焼結体を作製し、同様に粒界相の金属元素を STEMにより測定し、磁気特性を測定したのち耐食試験を行ない、錆の発生状況を目視により観察したのち、再度磁気特性を測定して、それらの値を第2表に示した。

第2表

種類	粒界相の成分組成(原子%)		目視による錆の状況	磁 気			特 性			
	金属元素	Ndリッチ相		耐食試験前			耐食試験後			
				Br (KG)	1Hc (KOe)	BHmax (MGoe)	Br (KG)	1Hc (KOe)	BHmax (MGoe)	
実施例	18 $Zr : 32$	残	錆なし	12.6	13.6	38.0	12.4	13.2	37.0	
	19 $Ta : 45$	残	錆なし	12.5	13.5	37.8	12.3	13.2	36.2	
	20 $Ti : 85$	残	錆なし	12.5	14.5	38.3	12.4	14.1	37.6	
	21 $Nb : 59$	残	錆なし	12.5	14.3	38.2	12.4	13.9	37.5	
	22 $V : 88$	残	錆なし	12.4	14.5	37.8	12.4	14.1	37.6	
	23 $Hf : 52$	残	錆なし	12.5	13.9	38.0	12.4	13.6	37.4	
	24 $Y : 63$	残	錆なし	12.6	13.8	38.2	12.5	13.6	37.8	
	25 $Ni : 5 Ti : 41$	残	錆なし	12.6	13.8	38.2	12.5	13.5	37.7	
	26 $V : 33 Y : 36$	残	錆なし	12.5	14.0	38.1	12.4	13.8	37.5	
	27 $Nb : 21 Hf : 23$	残	錆なし	12.5	13.6	37.8	12.3	13.3	36.3	
	28 $Zr : 12 Y : 82$	残	錆なし	12.5	13.9	38.0	12.4	13.7	37.4	

図面の添付(内容に変更なし)

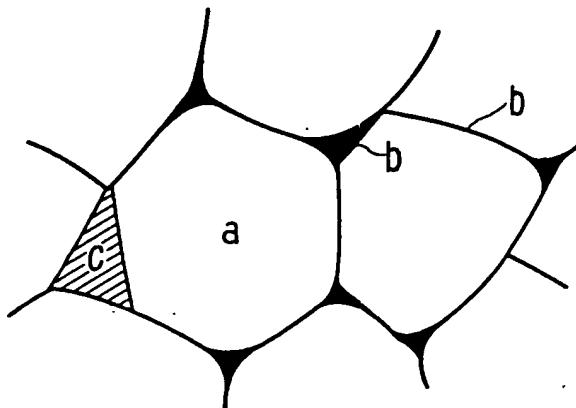
第1表および第2表の結果から、粒界相に金属元素および酸素の含まれない従来例と比べて、粒界相に金属元素、または金属元素と酸素とが同時に含まれているこの発明の希土類-B-Fe系焼結磁石は磁気特性に優れるとともに耐食性にもすぐれていることがわかる。

〔発明の効果〕

この発明のR-B-Fe系焼結磁石には表面処理する必要がなく、また焼結磁石の磁気特性の劣化が少ないので、この磁石を組み込んだ装置の性能の低下が防止されるという産業上すぐれた効果を奏するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、R-B-Fe系焼結磁石の組織図である。

a : $R_2Fe_{14}B$ 相

b : Rリッチ相

c : R_2Fe_4B 相 (Bリッチ相)

出願人 三菱金属株式会社
代理人 富田和夫 外1名

第 1 図

手続補正書(方式)

平成元年 8月31日
特許庁長官殿

- 事件の表示
特許平 1-119991号
- 発明の名稱
耐食性および磁気特性に優れた
希土類-B-Fe系焼結磁石
- 補正をする者
事件との関係 特許出願人
住所 東京都千代田区大手町一丁目5番2号
氏名(名称) (626) 三菱金属株式会社
代表者 永野健
- 代理人
住所 東京都千代田区神田錦町一丁目23番地
京保第二ビル8階
〒101 電話 (03) 233-1676・1677
氏名 弁理士 (7667) 富田和夫
(外1名)
- 補正命令の日付(発送日)
平成元年 8月29日
- 補正の対象 明細書の全文および図面
- 補正の内容 図面のみ
説明書に最初に添付した明細書の書類
内田とおり(内容に変更なし)

手続補正書(自発)

平成元年 9月21日
特許庁長官殿

- 事件の表示
特許平 1-119991号
- 発明の名稱
耐食性および磁気特性に優れた
希土類-B-Fe系焼結磁石
- 補正をする者
事件との関係 特許出願人
住所 東京都千代田区大手町一丁目5番2号
氏名(名称) (626) 三菱金属株式会社
代表者 永野健
- 代理人
住所 東京都千代田区神田錦町一丁目23番地
京保第二ビル8階
〒101 電話 (03) 233-1676・1677
氏名 弁理士 (7667) 富田和夫
(外1名)
- 補正命令の日付
自発
- 補正の対象 方式
明細書の「発明の詳細な説明」の欄および
図面

7. 拡正の内容

(1) 平成元年8月31日付けで拡正した明細書第4

頁第2行に、

「 $R_2Fe_{14}B_4$ 相」

とあるを、

「 $RF_{e_4}B_4$ 相」

に拡正する。

(2) 平成元年8月31日付けで拡正した明細書第13

頁の第1表を別紙1の如く拡正する。

(3) 平成元年8月31日付けで拡正した明細書に添

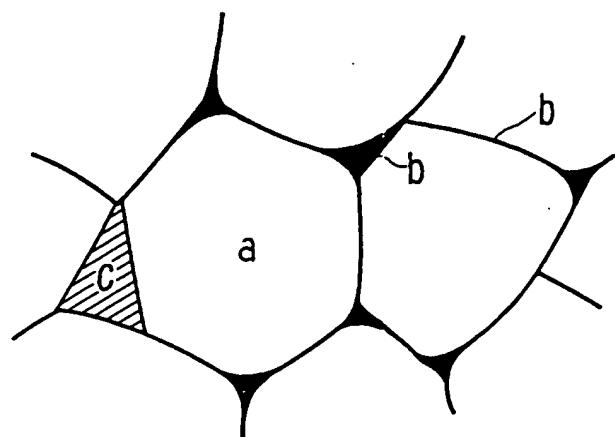
付した第1図を別紙2の如く拡正する。

以上

別紙 1

第 1 表

種類	粒界相の成分組成 (原子%)			目視による 錯の状況	磁器特性						
	金属元素	酸素	Ndリッチ相		耐食試験前			耐食試験後			
					Br (KG)	iHc (KOe)	BH _{max} (MGoe)	Br (KG)	iHc (KOe)	BH _{max} (MGoe)	
実験例	1 Ni:25	60	残	錯なし	12.6	13.5	37.9	12.4	13.3	37.0	
	2 Co:22	58	残	錯なし	12.6	13.7	38.0	12.4	13.5	37.1	
	3 Mn:40	49	残	錯なし	12.5	14.0	38.1	12.5	13.8	38.0	
	4 Cr:50	38	残	錯なし	12.8	14.7	37.0	12.3	14.6	37.0	
	5 Ti:22	68	残	錯なし	12.4	14.8	37.8	12.4	14.4	37.7	
	6 V:43	91	残	錯なし	12.4	14.2	37.0	12.4	14.1	37.6	
	7 Al:31	48	残	錯なし	12.3	14.5	36.9	12.3	14.3	36.8	
	8 Ga:38	40	残	錯なし	12.5	19.8	38.0	12.5	13.6	37.9	
	9 In:21	36	残	錯なし	12.5	15.5	37.8	12.5	13.2	37.6	
	10 Zr:25	48	残	錯なし	12.6	13.4	37.9	12.5	13.0	37.2	
	11 Hf:55	40	残	錯なし	12.5	14.1	38.1	12.5	14.0	38.1	
	12 Nb:47	34	残	錯なし	12.5	14.2	38.2	12.5	14.0	38.1	
	13 Dy:55	31	残	錯なし	12.8	15.0	37.0	12.3	14.8	37.0	
	14 Y:42	45	残	錯なし	12.5	13.9	38.0	12.5	13.8	38.0	
	15 Ni:5 Dy:38	32	残	錯なし	12.3	14.8	36.9	12.3	14.7	36.9	
	16 Mn:5 Cr:25	60	残	錯なし	12.6	14.0	38.1	12.5	13.9	38.0	
	17 Cr:5 Y:38	51	残	錯なし	12.5	14.1	38.1	12.5	14.0	38.1	
従来例	-	-	100	著しい	12.5	12.5	36.8	11.2	7.5	22.0	



a : $R_2 Fe_{14} B_1$ 相

b : Rリッチ相

c : $R Fe_4 B_4$ 相 (Bリッチ相)